

OLAS DE CALOR Y DE FRÍO EN ESPAÑA DESDE 1975

César Rodríguez Ballesteros
Servicio de Banco Nacional de Datos Climatológicos (AEMET)

1. ¿QUÉ SE ENTIENDE POR OLA DE CALOR O DE FRÍO?

Uno de los principales problemas al abordar un trabajo sobre «olas de calor» o sobre «olas de frío», es que no existe una definición precisa del término; creo que todos coincidiremos en que se trata de episodios de temperaturas anormalmente altas o bajas, según se trate de olas de calor o de frío, que se mantienen varios días y afectan a una parte importante de nuestra geografía. Ahora bien, ¿qué valor tienen que alcanzar las temperaturas para poder considerarse ola de calor o de frío?, ¿cuántos días tienen que mantenerse?, ¿qué superficie tiene que verse afectada? Al no haber una definición 'oficial', cualquier estudio que se haga sobre el tema tiene que empezar por fijar los umbrales que va a emplear, lo que evidentemente condicionará los resultados y dificultará la comparación con otros trabajos similares.

Al fijar los umbrales de temperatura, hay que considerar que los valores 'normales' de las mismas difieren mucho de unas zonas a otras, y eso hace que no se pueda establecer el mismo límite para todas las estaciones que intervienen en el estudio y también que unos umbrales demasiado laxos darían como resultado que el número de episodios de «ola de calor» de cada verano, o de «ola de frío» de cada invierno fuese muy elevado, perdiendo por tanto el carácter de excepcionalidad que se les supone, mientras que si son demasiado estrictos podrían pasar desapercibidos algunos episodios 'sufridos' por la población.

Tras probar con distintos umbrales, el criterio empleado en este trabajo es el siguiente:

Se considera «ola de calor» un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10 % de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95 % de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del periodo 1971-2000.

Análogamente:

Se considera «ola de frío» un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10 % de las estaciones consideradas registran mínimas por debajo del percentil del 5 % de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del periodo 1971-2000.

2. OLAS DE CALOR

Empezaremos estudiando las «olas de calor» en España desde 1975, de acuerdo a la definición dada en el punto anterior.

3. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS «OLAS DE CALOR»

En primer lugar se procede a determinar las estaciones en base a una serie de requisitos: tienen que funcionar en la actualidad, tener una serie suficientemente larga para poder calcular sus percentiles y distribuirse uniforme sobre el territorio. Con estas premisas, finalmente se seleccionan 137 estaciones, de las que 6 pertenecen a Canarias.

A continuación, se calcula para cada estación una *temperatura umbral*, que de acuerdo al criterio establecido en este trabajo, es el percentil del 95 % de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del periodo 1971-2000. Los mapas de las Figuras 1 y 2 representan la distribución de temperatura resultante y la ubicación de las estaciones del estudio.

Una aproximación sencilla al concepto de percentil para quien no esté familiarizado con el término, puede ser la siguiente: los meses de julio y agosto suman 62 días por año, por lo que en el periodo 1971-2000, totalizarán $62 \text{ días/año} \times 30 \text{ años} = 1\,860 \text{ días}$. Al hallar el percentil del 95 %, lo que estamos haciendo realmente es localizar el 5 % de los días más cálidos ($1\,860 \times 5/100 = 93 \text{ días}$), y una vez localizados esos 93 días más cálidos de los meses de julio y agosto de los años 1971 a 2000, la *temperatura umbral* sería la menor de esas 93 temperaturas. El cálculo se ha hecho con las temperaturas máximas, por ser las empleadas en el trabajo.

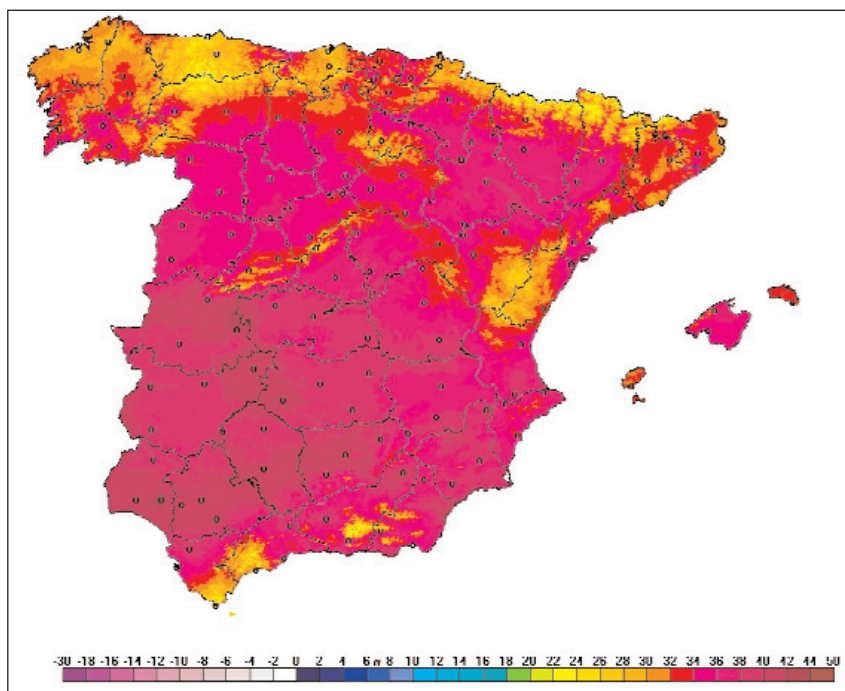


Figura 1. Percentil del 95 % de las temperaturas máximas de los meses de julio y agosto (periodo 1971-2000) y ubicación de las estaciones empleadas.

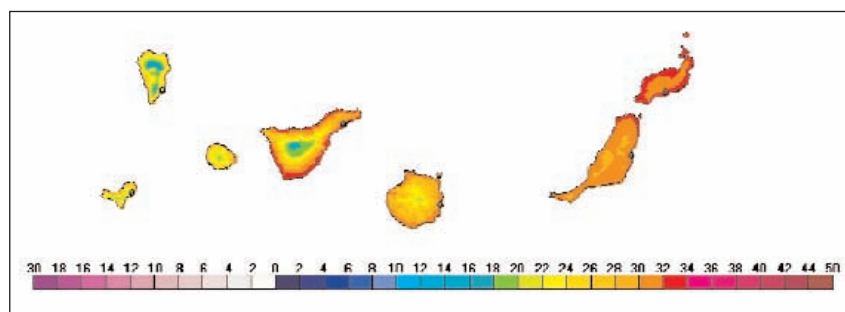


Figura 2. Percentil del 95 % de las temperaturas máximas de julio y agosto (periodo 1971-2000) y ubicación de las estaciones empleadas.

El siguiente paso consiste en localizar los episodios, que según los criterios fijados, serán considerados «olas de calor», y se realiza en tres etapas:

Primera etapa: Se obtienen, para cada una de las 137 estaciones del estudio, sus *episodios cálidos*, entendiendo como tales, episodios de al menos tres días consecutivos con temperatura máxima que iguala o supera su *temperatura umbral*. Dado que es bastante improbable que una «ola de calor» se presente fuera de los meses veraniegos, en este trabajo solo se estudia el periodo comprendido entre el 1 de junio y el 30 de septiembre. Ello no implica que fuera de estos meses no puedan darse temperaturas anormalmente altas para la época del año de que se trate, pero normalmente sus efectos no serán tan acusados, especialmente para la salud humana, y por ello no parece muy adecuado emplear el calificativo «ola de calor» para estos episodios.

Segunda etapa: Se determinan los *días cálidos*, considerando como tales a aquellos en que al menos el 10 % de las estaciones consideradas están dentro de uno de los *episodios cálidos* localizados en la primera etapa.

Tercera etapa: Finalmente se localizan las «olas de calor», que son todos aquellos episodios de tres o más *días cálidos* consecutivos. Cuando dos «olas de calor» están separadas por tan solo un día, se consideran una única ola.

Los datos de Canarias se han procesado de manera independiente, pero con una variación respecto al criterio general, ya que al utilizarse solamente seis estaciones, bastaría con que uno de los observatorios registrase un *episodio cálido* para que se considerase «ola de calor» en el archipiélago; por ello, en Canarias, se exige que sean al menos dos las estaciones que registren un *episodio cálido* para que constituya una «ola de calor».

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los tres factores que determinan la intensidad de una «ola de calor» son: las temperaturas alcanzadas durante la misma, su duración y el territorio afectado, siendo necesario cuantificar estos aspectos para cada una de las olas, si se quieren valorar y comparar.

Para estimar el territorio afectado durante una «ola de calor», se ha determinado el día que más provincias la registraron, asignando a la ola dicho máximo. Se considera que un día determinado una provincia está viviendo una «ola de calor» cuando al menos uno de los observatorios estudiados está dentro de un *episodio cálido*, es decir, no es suficiente con que supere la *temperatura umbral* de manera puntual.

Para determinar la magnitud de las temperaturas, en primer lugar se han determinado las estaciones con algún día de *episodio cálido* durante la «ola de calor», quedándonos con la media de las temperaturas máximas de estas estaciones para el día más cálido como dato representativo; a esta temperatura la denominaremos como *temperatura máxima de la ola*. Además, se ha calculado para cada estación la *anomalía* máxima de las temperaturas registradas durante la ola con respecto a su *temperatura umbral*, asignando como valor representativo para la ola la media de dichas *anomalías*; a este valor lo denominaremos como *anomalía de la ola*.

Así pues, los cuatro valores elegidos para caracterizar una «ola de calor» son:

- Su duración
- El número de provincias afectadas
- La *temperatura máxima de la ola*
- La *anomalía de la ola*

Los resultados para la Península, Baleares, Ceuta y Melilla se presentan en el Cuadro 1, y para Canarias en el Cuadro 2.

‘Olas de calor’ en Península, Baleares, Ceuta y Melilla desde 1975						
Año	Inicio	Fin	Duración	Anomalía de la ola	T. máxima de la ola	Provincias afectadas
2012 *	24/06/2012	28/06/2012	5	2,0	38,2	24
2012 *	08/08/2012	11/08/2012	4	3,8	38,6	30
2012 *	17/08/2012	22/08/2012	6	2,4	35,3	15
2011	25/06/2011	27/06/2011	3	1,6	37,8	15
2011	19/08/2011	21/08/2011	3	2,3	37,1	19
2009	16/08/2009	20/08/2009	5	1,8	35,9	15
2008	03/08/2008	05/08/2008	3	1,5	36,9	17
2007	28/07/2007	31/07/2007	4	1,9	39,4	11
2006	24/07/2006	26/07/2006	3	2,0	35,3	9
2006	04/09/2006	06/09/2006	3	2,6	36,5	15
2005	14/07/2005	17/07/2005	4	2,3	36,8	18
2005	05/08/2005	08/08/2005	4	2,8	38,9	19
2004	27/06/2004	29/06/2004	3	1,4	38,4	17
2004	24/07/2004	26/07/2004	3	2,7	40,0	10
2003	20/06/2003	23/06/2003	4	2,2	36,1	17
2003	30/07/2003	14/08/2003	16	3,7	37,2	38
2001	21/06/2001	25/06/2001	5	1,8	36,0	19
1998	07/08/1998	12/08/1998	6	2,4	35,6	26
1995	17/07/1995	24/07/1995	8	3,3	39,1	30
1994	29/06/1994	05/07/1994	7	2,9	38,6	22
1993	05/08/1993	07/08/1993	3	2,0	37,0	13
1993	18/08/1993	20/08/1993	3	2,8	35,1	18

'Olas de calor' en Península, Baleares, Ceuta y Melilla desde 1975						
Año	Inicio	Fin	Duración	Anomalía de la ola	T. máxima de la ola	Provincias afectadas
1992	27/07/1992	29/07/1992	3	1,6	35,3	13
1992	04/08/1992	06/08/1992	3	1,4	39,7	14
1991	12/07/1991	19/07/1991	8	1,8	39,0	25
1991	03/08/1991	06/08/1991	4	1,9	38,6	22
1991	13/08/1991	18/08/1991	6	1,8	37,3	20
1991	25/08/1991	29/08/1991	5	2,6	36,1	16
1990	17/07/1990	24/07/1990	8	2,8	37,1	32
1990	02/08/1990	05/08/1990	4	2,3	36,8	19
1989	16/07/1989	21/07/1989	6	2,5	37,4	36
1989	30/07/1989	02/08/1989	4	2,1	39,0	17
1988	05/09/1988	08/09/1988	4	2,4	38,6	28
1987	11/08/1987	16/08/1987	6	4,0	37,5	27
1987	12/09/1987	17/09/1987	6	2,8	34,1	13
1985	22/07/1985	25/07/1985	4	1,3	37,9	23
1984	22/07/1984	24/07/1984	3	1,9	39,4	12
1982	05/07/1982	09/07/1982	5	3,5	38,5	29
1981	11/06/1981	16/06/1981	6	2,6	38,7	20
1981	28/07/1981	30/07/1981	3	2,7	38,0	21
1979	27/07/1979	29/07/1979	3	1,7	38,3	22
1978	14/07/1978	17/07/1978	4	3,0	39,3	27
1976	05/08/1976	07/08/1976	3	1,9	38,5	14
1975	13/07/1975	16/07/1975	4	2,5	40,4	14

(*) Resultados provisionales

Cuadro 1

'Olas de calor' en Canarias desde 1975						
Año	Inicio	Fin	Duración	Anomalía de la ola	T. máxima de la ola	Provincias afectadas
2012 *	25/06/2012	27/06/2012	3	7,1	39,0	1
2012 *	17/07/2012	23/07/2012	7	4,2	33,5	2
2012 *	19/08/2012	22/08/2012	4	2,9	31,9	2
2011	20/06/2011	23/06/2011	4	5,0	37,4	1
2010	27/08/2010	31/08/2010	5	3,9	33,5	2
2009	24/07/2009	01/08/2009	9	6,0	36,5	2
2007	28/07/2007	31/07/2007	4	6,8	37,4	2
2006	03/09/2006	07/09/2006	5	5,7	35,3	2
2005	20/07/2005	22/07/2005	3	2,9	32,6	2
2005	04/09/2005	08/09/2005	5	5,4	34,8	2
2004	23/07/2004	29/07/2004	7	6,9	36,2	2
2004	04/08/2004	06/08/2004	3	0,9	30,4	2
2004	17/08/2004	21/08/2004	5	2,0	29,6	1
2004	26/08/2004	31/08/2004	6	5,0	34,9	2
2003	12/08/2003	14/08/2003	3	1,8	29,4	1
2003	13/09/2003	20/09/2003	8	1,6	29,3	1
2002	15/09/2002	18/09/2002	4	1,5	29,0	1
1999	05/08/1999	07/08/1999	3	0,8	28,4	1
1999	27/08/1999	29/08/1999	3	3,8	33,1	2
1998	05/08/1998	07/08/1998	3	3,2	34,9	2
1990	05/08/1990	11/08/1990	7	5,9	35,4	2
1990	26/08/1990	28/08/1990	3	4,8	35,9	1
1987	07/09/1987	16/09/1987	10	6,7	35,4	2
1986	05/09/1986	07/09/1986	3	4,9	34,4	2
1985	03/09/1985	05/09/1985	3	3,7	35,1	1
1984	17/07/1984	19/07/1984	3	3,2	35,3	2
1983	05/09/1983	07/09/1983	3	6,1	36,1	2
1983	25/09/1983	27/09/1983	3	4,9	35,0	2
1982	24/07/1982	27/07/1982	4	5,8	36,7	2
1980	06/08/1980	09/08/1980	4	4,3	34,7	2
1978	11/09/1978	13/09/1978	3	5,6	33,7	2
1976	05/08/1976	15/08/1976	11	6,1	35,3	2
1976	28/08/1976	10/09/1976	14	2,3	30,9	1

(*) Resultados provisionales

Cuadro 2

En el Cuadro 1 podemos ver como algunas «olas de calor» afectan a un gran número de provincias, mientras que, por el contrario, otras solo lo hacen a un pequeño número. Estas últimas tienen también la consideración de «ola de calor» por haber afectado al menos al 10 % de las estaciones analizadas, pero sin embargo puede que pasen desapercibidas para gran parte de la población.

También podemos observar como son varios los años que presentan varias «olas de calor».

Se muestran a continuación una serie de gráficos comparativos entre las diferentes «olas de calor».

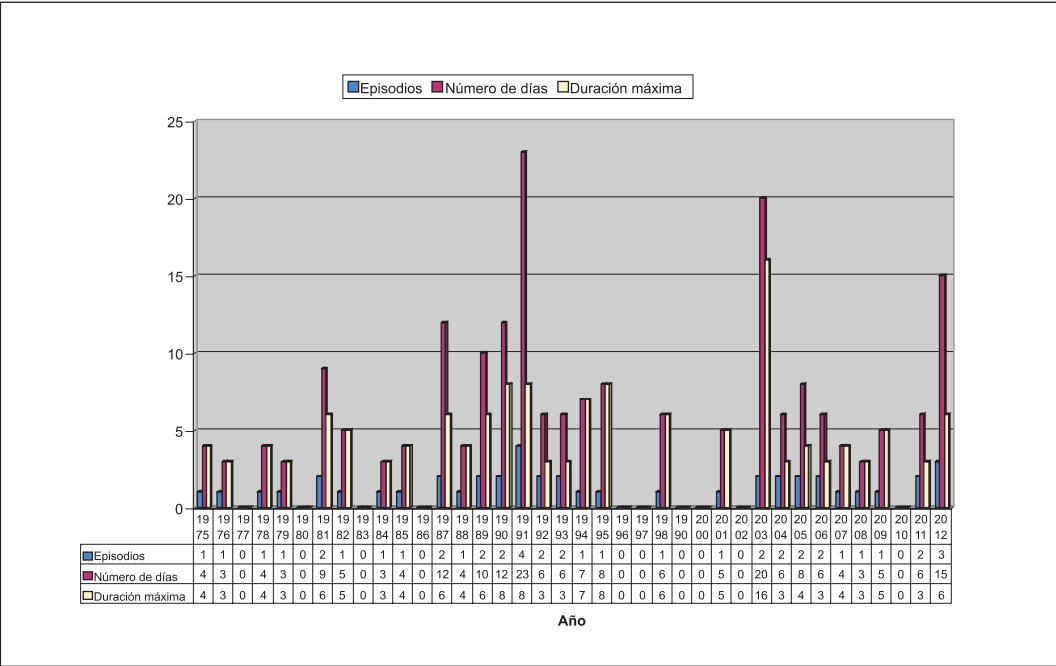


Figura 3. Episodios de ola de calor, número de días con ola de calor durante el verano y duración de la ola de calor más larga de cada verano en Península, Baleares, Ceuta y Melilla.

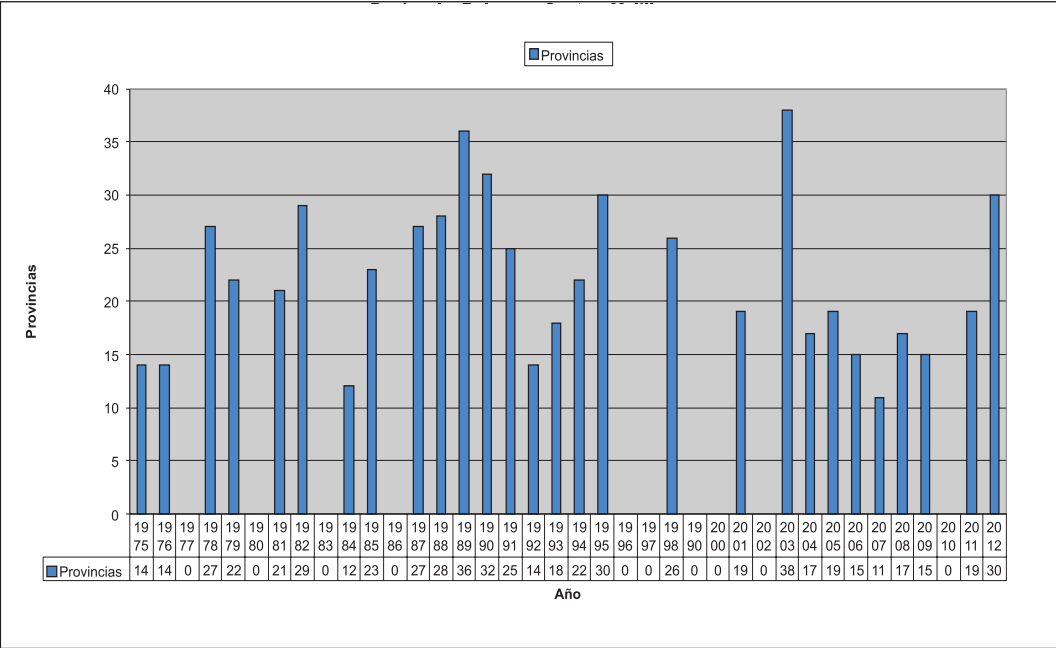


Figura 4. Número máximo de provincias afectadas en días con ola de calor en Península, Baleares, Ceuta y Melilla.

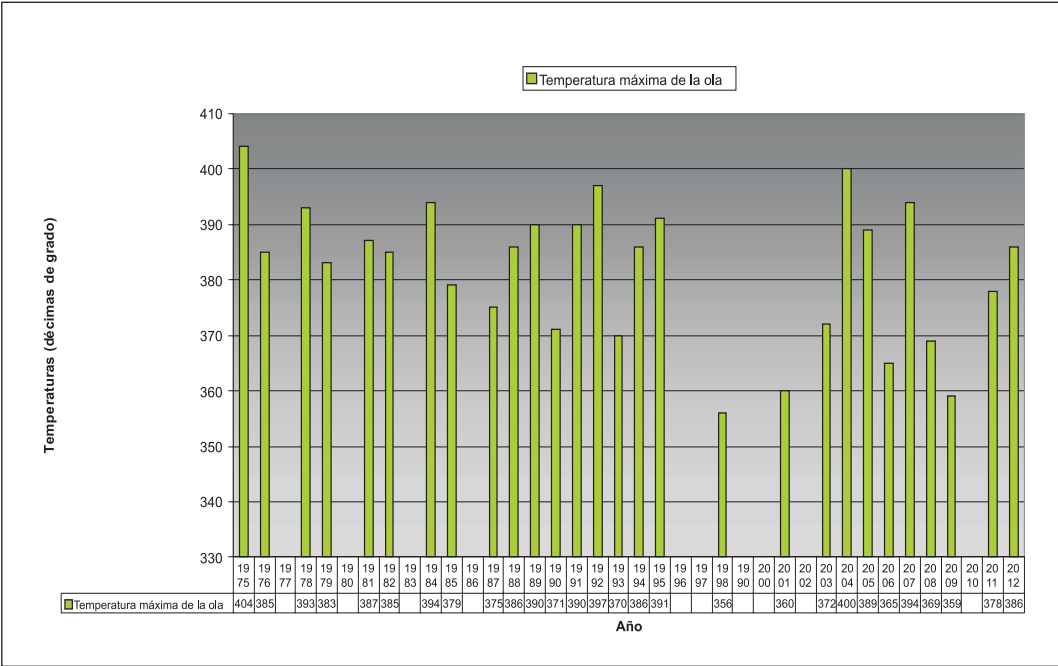


Figura 5. Temperatura máxima de la ola más alta en Península, Baleares, Ceuta y Melilla.

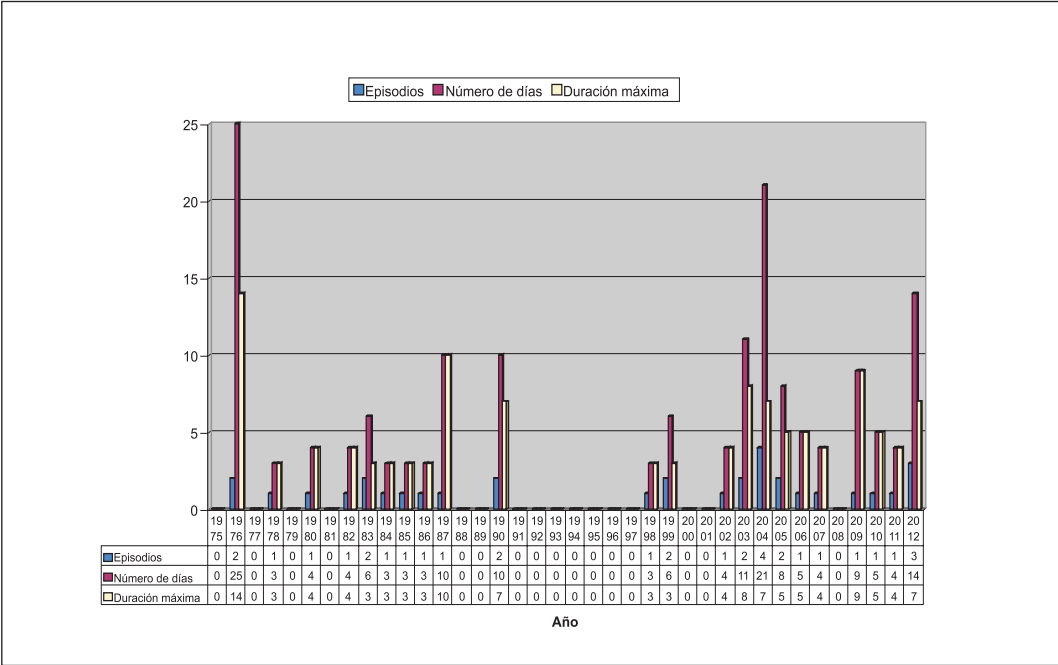


Figura 6. Episodios de ola de calor, número de días con ola de calor durante el verano y duración de la ola de calor más larga de cada verano en Canarias.

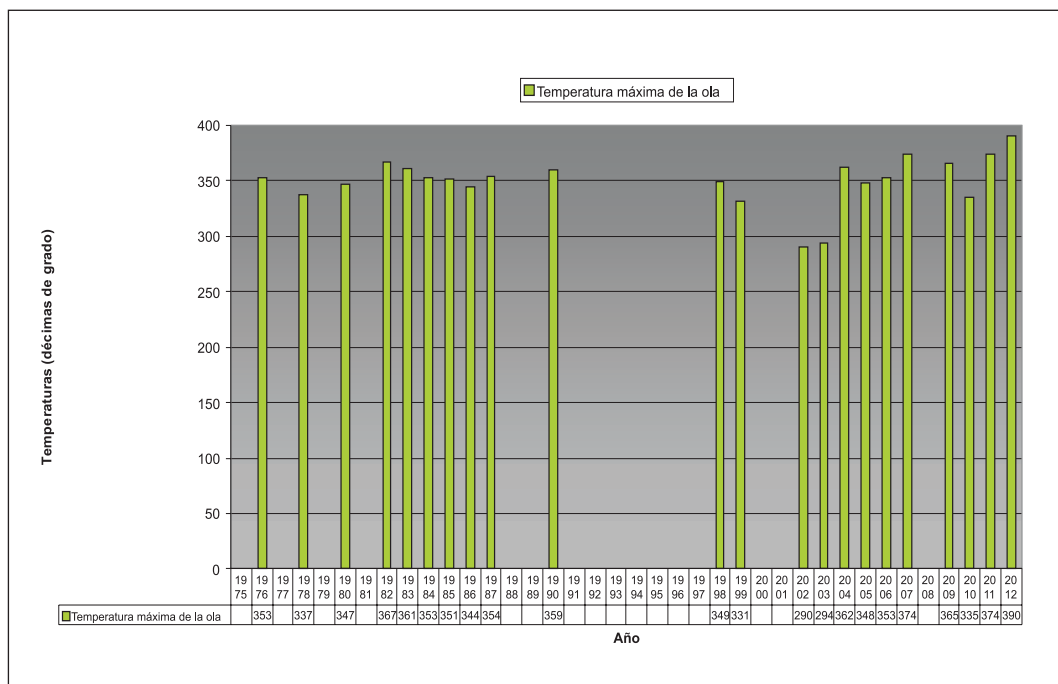


Figura 7. Temperatura máxima de la ola más alta en Canarias

Los gráficos de las Figuras 3 y 6 representan para cada año el número de episodios de «ola de calor», los días que totalizan, y la duración de la «ola de calor» más larga. El gráfico de la Figura 3 para Península, Baleares, Ceuta y Melilla y el de la Figura 6 para Canarias. En Península, Baleares, Ceuta y Melilla destacan los años 1991 y 2003. El primero por ser el verano con más días con «ola de calor», 23 en total, y el segundo por registrar la «ola de calor» más larga, con 16 días. En Canarias, el año más destacado es 1976, tanto por el número total de días con «ola de calor», 25 en total, como por la ola más larga, con 14 días de duración.

El gráfico de la Figura 4 muestra el número máximo de provincias afectadas en días con «ola de calor» para Península, Baleares, Ceuta y Melilla, destacando especialmente el año 2003, con 38 provincias, concretamente los días 3, 4 y 9 de agosto.

Las Figuras 5 y 7 representan la *temperatura máxima de la ola* más alta para cada verano, desde 1975. El gráfico de la Figura 5 para Península, Baleares, Ceuta y Melilla y el de la Figura 7 para Canarias. En el primero, la «ola de calor» más destacada es la de 1975, con una *temperatura máxima de la ola* de 40,4 °C, correspondiente al día 16 de julio. En Canarias, la *temperatura máxima de la ola* más elevada se alcanza el año 2012, concretamente el 27 de junio.

5. LAS «OLAS DE CALOR» MÁS DESTACABLES

La «ola de calor» más importante de las habidas en Península, Baleares, Ceuta y Melilla desde 1975, es la que se extiende desde el 30 de julio al 14 de agosto de 2003. Con 16 días de duración, es con mucha diferencia la más larga (las siguientes tienen una duración de tan solo ocho días). También es la más importante por el número de provincias afectadas, 38, los días 3, 4 y 9 de agosto. La *anomalía de la ola* es de 3,7 °C, solo superada por la de 1987 con 4,0 °C. Se trata, pues, de una «ola de calor» especialmente destacable en todos los sentidos.

Además, se da la circunstancia de que el verano de 2003 fue muy caluroso en su conjunto, siendo hasta el momento el más cálido desde que se tienen registros.

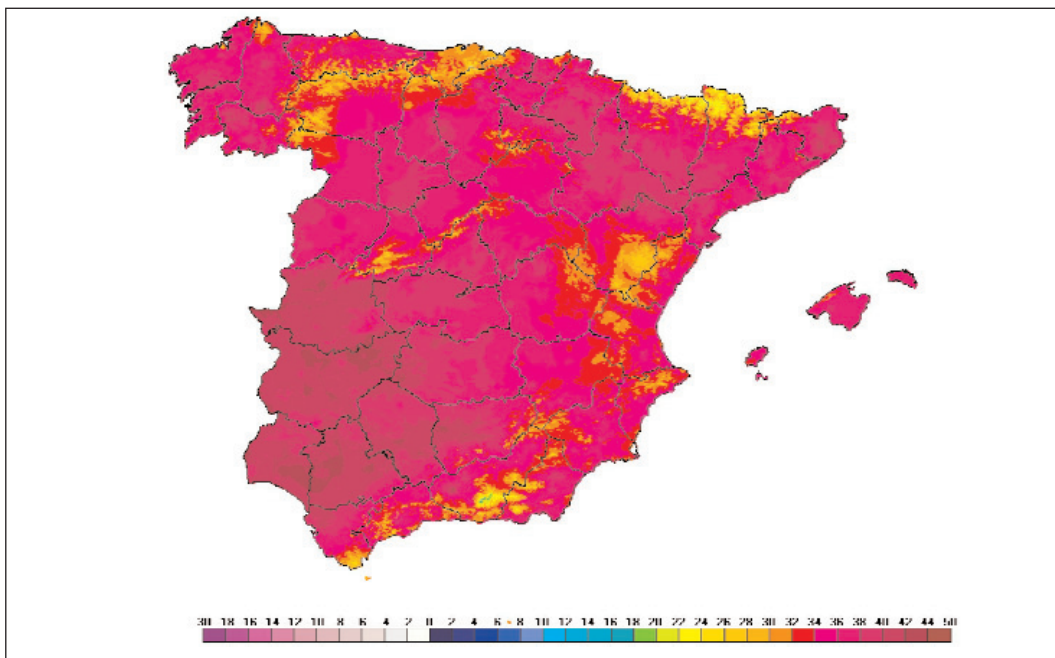


Figura 8. Temperaturas máximas del día 12 de agosto de 2003.

El mapa de la Figura 8 muestra las temperaturas máximas correspondientes al 12 de agosto de 2003, que es el día en que se registra la *temperatura máxima de la ola*, con 37,2 °C, y 34 provincias afectadas. Vemos como se superan los 40 °C en amplias zonas, especialmente de Extremadura y Andalucía.

En Canarias, resulta algo más difícil elegir la «ola de calor» más importante, pues aunque por duración la más destacable es la que se extiende desde el 28 de agosto hasta el 10 de septiembre de 1976, con 14 días de duración, su *anomalía de la ola* es de 2,3 °C, resultando de las más bajas y solo afecta a la provincia de Santa Cruz de Tenerife. Por ello, escogeremos como la más destacable la segunda en duración, también en el año 1976, entre los días 5 y 15 de agosto, con 11 días de duración, una *anomalía de la ola* de 6,1 °C y las dos provincias afectadas.

El mapa de la Figura 9 representa las temperaturas máximas del día 8 de agosto de 1976, que con una *temperatura máxima de la ola* de 35,3 °C es el día más cálido, superándose los 40 °C en estaciones de las islas de Tenerife y Gran Canaria.

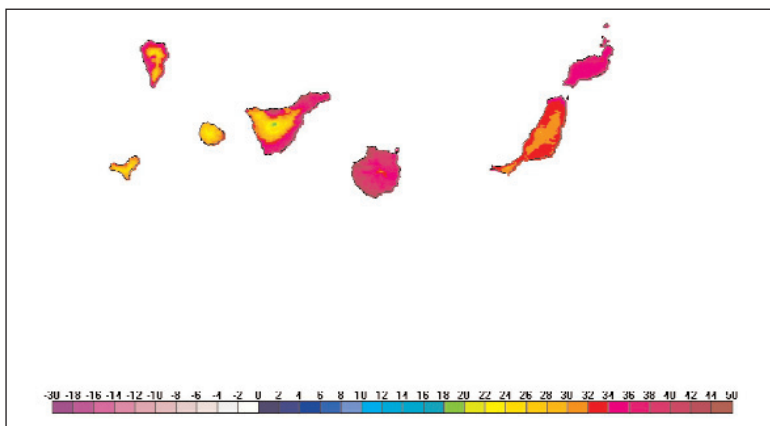


Figura 9. Temperaturas máximas del día 8 de agosto de 1976.

6. LAS «OLAS DE CALOR» DE 2012 EN PENÍNSULA, BALEARES, CEUTA Y MELILLA

En el momento de redactar este trabajo no se dispone de los datos de todas las estaciones utilizadas, y se desconocen en su totalidad los correspondientes al mes de septiembre, por lo que los resultados expuestos tienen carácter provisional.

El gráfico de la Figura 3 nos permite comprobar como el año 2012, con quince días con «ola de calor» repartidos en tres episodios, solo es superado por los años 1991, con 23 días en cuatro episodios, y 2003 con 20 días en 2 episodios.

La primera «ola de calor», con una duración de cinco días, se registra entre el 24 y el 28 de junio. El día más cálido resulta ser el 26 de junio, con 24 provincias afectadas y una *temperatura de la ola* de 38,2 °C, que es muy elevada, sobre todo al producirse en el mes de junio.

Son numerosos los observatorios de la red principal de AEMET que registran efemérides durante estos días, destacando las máximas de Alcantarilla (43,2 °C), Jaén (42,5 °C), Murcia (41,8 °C), Cáceres (41,6 °C) o Toledo (40,7 °) y las mínimas de Jaén (27,9 °C), Cáceres (27,4 °C), Madrid 'Retiro' (25,7 °C) o Getafe (25,4 °C). Los valores citados son una pequeña muestra de los numerosos récords alcanzados durante estos días. Los mapas de las Figuras 10 y 11 representan las máximas del día 26 y las mínimas del día 27, respectivamente.

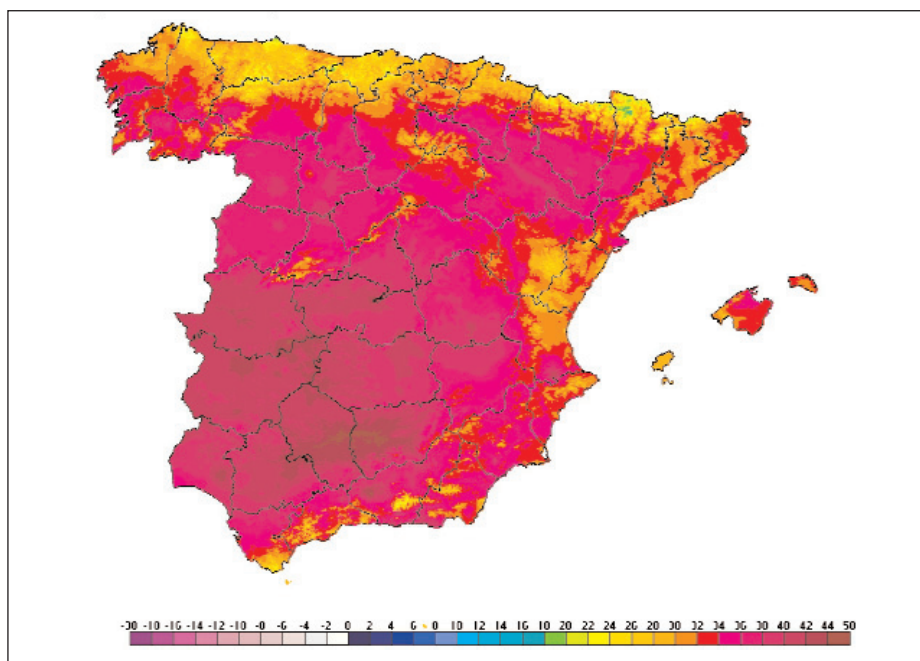


Figura 10. Temperaturas máximas del día 26 de junio de 2012.

La segunda «ola de calor», con una duración de 4 días, se da entre los días 8 y 11 de agosto, afectando a 30 provincias hasta la fecha, pudiendo aumentar este número cuando se disponga de los datos de todas las estaciones empleadas. Si la comparamos con el resto de las olas obtenidas, vemos que solo las de 2003 (38 provincias), 1989 (36 provincias) y 1990 (32 provincias) superan a la actual en este aspecto.

El día más cálido de esta segunda «ola de calor» es el 10 de agosto, con una *temperatura máxima de la ola* de 38,6 °C. Este valor, aunque elevado, es superado por 11 olas anteriores; sin embargo, destaca por su *anomalía de la ola*, ya que con 3,8 °C es superada tan solo por la de 1987 (4,0 °C). La explicación a esta aparente paradoja, es que las «olas de calor» que alcanzan *temperaturas máxima de la ola* más elevadas son las que afectan casi exclusivamente a las zonas más cálidas. La ola analizada se extiende por casi toda la Península, con numerosas estaciones en la mitad norte, que hace que la temperatura obtenida se modere. Sin embargo, el hecho de que la *anomalía de la ola* sea tan elevada implica que se ha superado ampliamente la *temperatura umbral* en todas las zonas, siendo percibida como 'muy intensa' por la población y medios de comunicación.

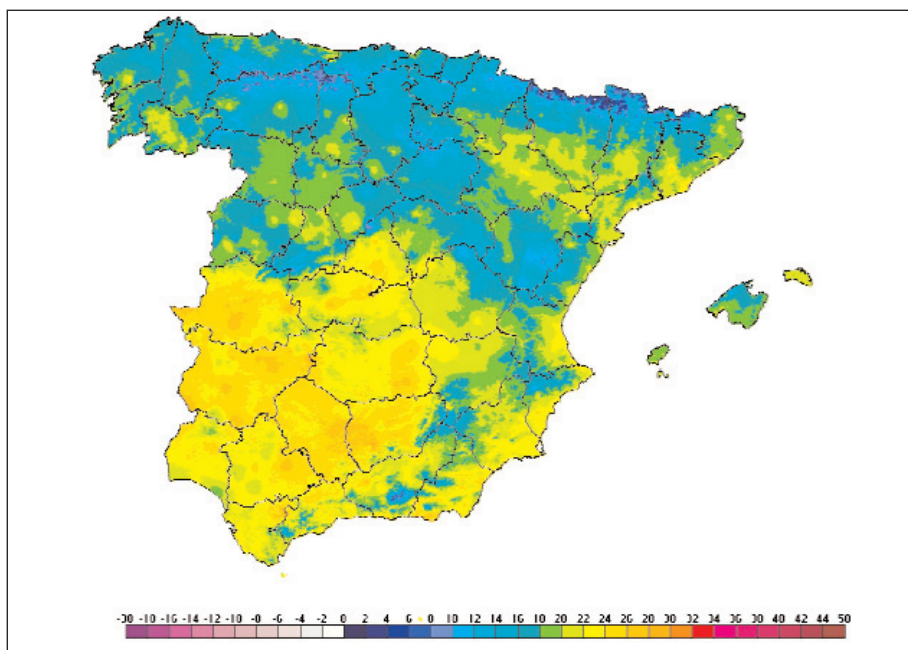


Figura 11. *Temperaturas mínimas del día 27 de junio de 2012.*

También en esta ocasión se alcanzan numerosas efemérides, destacando las máximas de Sevilla 'aeropuerto' (45,9 °C), Alcantarilla (44,6 °C), Murcia (43,2 °C), Toledo (43,1 °C), Jaén (42,8 °C) o Ciudad Real (42,5 °C) y las mínimas de Valencia 'aeropuerto' (25,5 °C), Getafe (25,0 °C), Madrid 'Retiro' (25,0 °C) o Albacete 'base aérea' (22,6 °C). Las efemérides citadas son solo una pequeña muestra de las registradas.

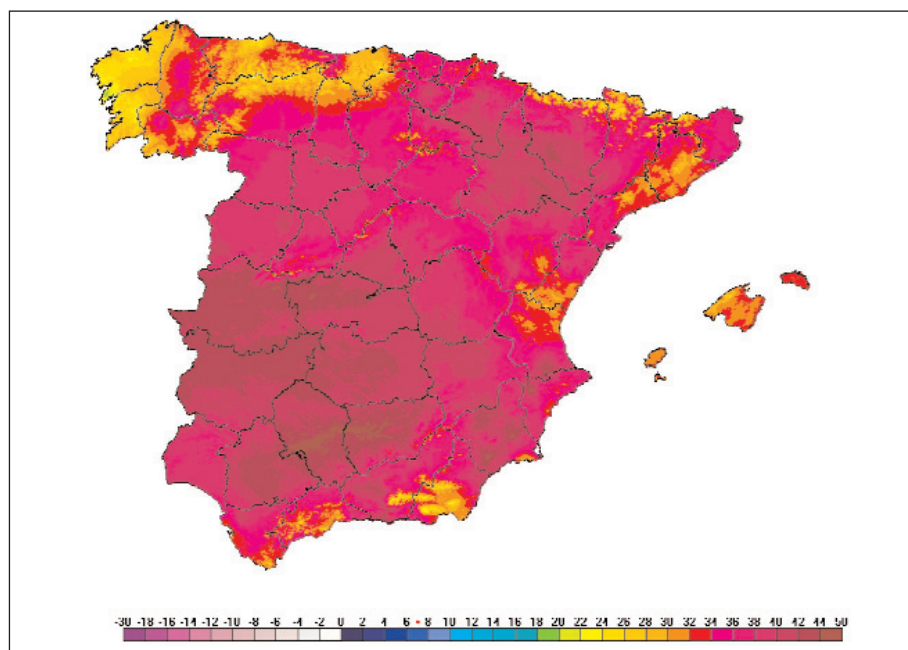


Figura 12. *Temperaturas máximas del día 10 de agosto de 2012.*

El mapa de la Figura 12 representa las temperaturas máximas del 10 de agosto.

La tercera «ola de calor» duró seis días y fue la más larga de las tres; se produjo entre el 17 y el 22 de agosto y aunque fue la más duradera, fue también la menos intensa, afectando tan solo a 15 provincias. El día más cálido fue el 20 de agosto con una *temperatura media de la ola* de 35,3 °C.

También en este caso se registran efemérides, pero en mucho menor número que en las dos anteriores y sin resultar tan elevadas. Destacan las máximas de Pamplona 'aeropuerto' (41,3 °C) y Teruel (39,1 °C) y las mínimas de Madrid 'aeropuerto' (25,8 °C), Getafe (25,4 °C), Madrid 'Retiro' (25,4 °C) o Zaragoza 'aeropuerto' (25,1 °C).

En el mapa de la Figura 13 se representan las temperaturas máximas del 20 de agosto.

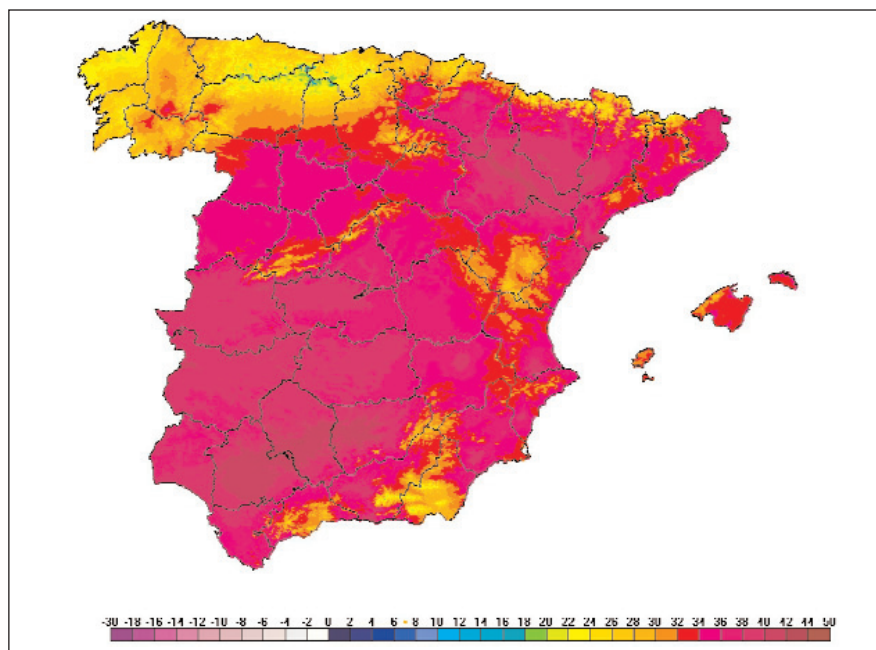


Figura 13. Temperaturas máximas del día 20 de agosto de 2012.

7. LAS «OLAS DE CALOR» DE 2012 EN CANARIAS

Canarias registra también tres «olas de calor» que totalizan 14 días en este cálido verano, siendo superado en este aspecto tan solo por los años 1976 con 25 días repartidos en dos episodios y 2004 con 21 días en cuatro episodios, según puede verse en el gráfico de la Figura 6. Además, hay que tener en cuenta que en el momento de elaborar este trabajo no se dispone de los datos del mes de septiembre, por lo que no puede descartarse que las cifras de este 2012 finalmente sean otras.

La primera «ola de calor» tuvo una duración de tres días y se registró entre el 25 y el 27 de junio, coincidiendo con la primera ola peninsular. Es la «ola de calor» con la *anomalía de la ola* más elevada de todas las registradas en Canarias, 7,1 °C, y también la que presenta una *temperatura máxima de la ola* más elevada de todas las registradas, 39,0 °C. Sin embargo, hay que tener en cuenta que solo afectó a dos de las seis estaciones utilizadas en el estudio, lo que indica que tuvo un carácter bastante local, como prueba el hecho de que solo afecte a la provincia de Las Palmas.

Entre las efemérides alcanzadas estos días, destacan las temperaturas máximas de Fuerteventura 'aeropuerto' (41,6 °C), Santa Cruz de Tenerife (37,1 °C) o Tenerife Sur 'aeropuerto' (36,2 °C) y las mínimas de Gran Canaria 'aeropuerto' (25,9 °C), Fuerteventura 'aeropuerto' (25,6 °C) o El Hierro 'aeropuerto' (22,7 °C).

El día más cálido resultó ser el 27 de junio, al que corresponde el mapa mostrado en la Figura 14.

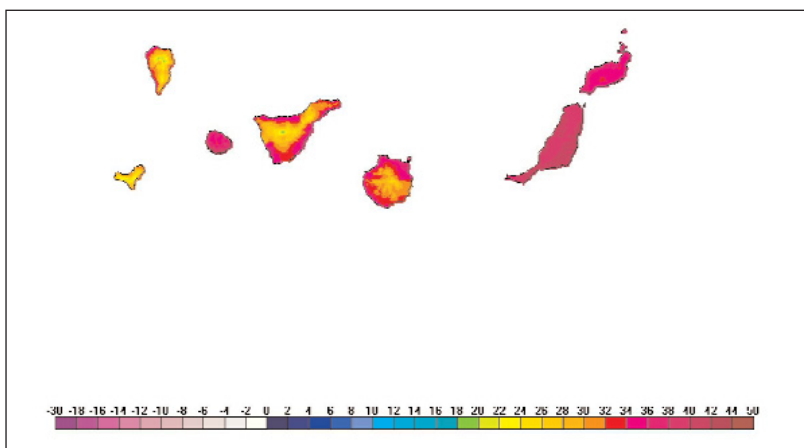


Figura 14. *Temperaturas máximas del día 27 de junio de 2012.*

La segunda «ola de calor», con una duración de siete días, es la más larga de este verano. Se registra entre el 17 y el 23 de julio y a diferencia de la anterior, afecta a las dos provincias. Su *temperatura máxima de la ola*, 33,5 °C, y su *anomalía de la ola*, 4,2 °C, resultan inferiores a los valores alcanzados en la anterior, pero analizándola en su conjunto resulta la más intensa de este verano en el archipiélago, aunque curiosamente no se registran efemérides significativas durante la misma.

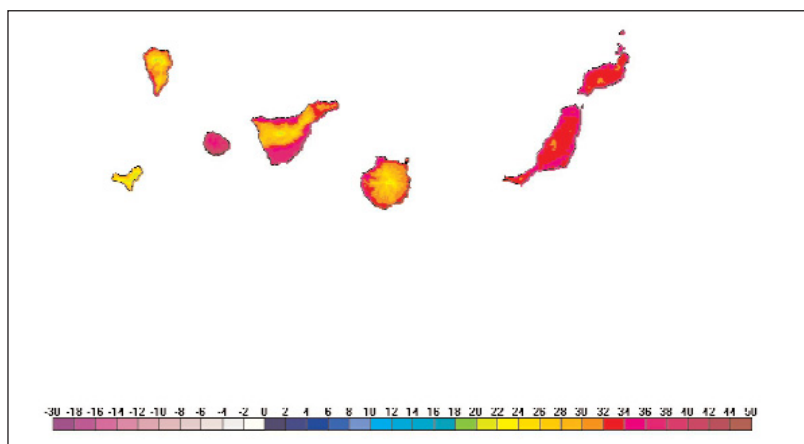


Figura 15. *Temperaturas máximas del día 19 de julio de 2012.*

El día más cálido es el 19 de julio, al que corresponde el mapa de la Figura 15.

La tercera «ola de calor», con una duración de cuatro días, se produce entre los días 19 y 22 de agosto, afectando a las dos provincias. Tanto su *temperatura máxima de la ola*, 31,9 °C, como su *anomalía de la ola*, 2,9 °C, son relativamente bajas, por lo que no se trató de una ola intensa, como prueba el hecho de que tampoco en este caso se produjeran efemérides dignas de mención.

El mapa de la Figura 16 corresponde a las temperaturas máximas del día 22 de agosto de 2012, que fue el más cálido del episodio.

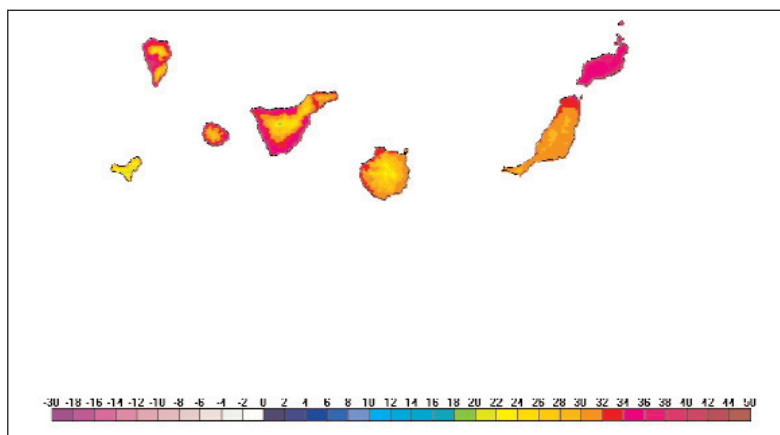


Figura 16. Temperaturas máximas del día 22 de agosto de 2012.

8. «OLAS DE FRÍO»

A continuación se abordará el estudio de las «olas de frío» en España desde 1975, de acuerdo a la definición establecida en el punto 1:

Se considera «ola de frío» un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10 % de las estaciones consideradas registran mínimas por debajo del percentil del 5 % de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del periodo 1971-2000.

9. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS «OLAS DE FRÍO»

La metodología usada en la determinación de las «olas de frío» es prácticamente idéntica a la utilizada en el estudio de las «olas de calor» descrita en el punto 2.

Las estaciones seleccionadas son las mismas que en las «olas de calor», con la salvedad de que en Canarias, por lo suave de sus temperaturas, no se determinarán las «olas de frío»; así pues, el número de estaciones empleadas es de 131.

El segundo paso consiste en determinar para cada estación una *temperatura umbral*, que de acuerdo a la definición de «ola de frío» establecida en este trabajo, es el percentil del 5 % de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del periodo 1971-2000. La Figura 17 representa el mapa con la distribución de temperatura resultante y la ubicación de las estaciones del estudio.

El siguiente paso consiste en localizar los episodios, que según los criterios fijados, serán considerados «ola de frío», y se realiza en tres etapas:

Primera etapa: Se obtienen para cada una de las 131 estaciones del estudio, sus *episodios fríos*, entendiendo como tales, episodios de al menos tres días consecutivos con temperatura mínima igual o inferior a su *temperatura umbral*. Dado que es bastante improbable que una «ola de frío» se presente fuera de los meses invernales, en este trabajo solo se estudia el periodo comprendido entre el 1 de noviembre y el 28 (o 29) de febrero, que en este trabajo equipararemos con el 'invierno'. Ello no implica que fuera de estos meses no puedan darse temperaturas anormalmente bajas para la época del año de que se trate, pero normalmente sus efectos no serán tan acusados, especialmente para la salud humana, y por ello no parece muy adecuado emplear el calificativo «ola de frío» para estos episodios.

Segunda etapa: Se determinan los *días fríos*, considerando como tales a aquellos en que al menos el 10 % de las estaciones consideradas están dentro de uno de los *episodios fríos* localizados en la primera etapa.

Tercera etapa: Finalmente se localizan las «olas de frío», que son todos aquellos episodios de tres o más *días fríos* consecutivos. Cuando dos «olas de frío» están separadas por tan solo un día, se consideran una única ola.

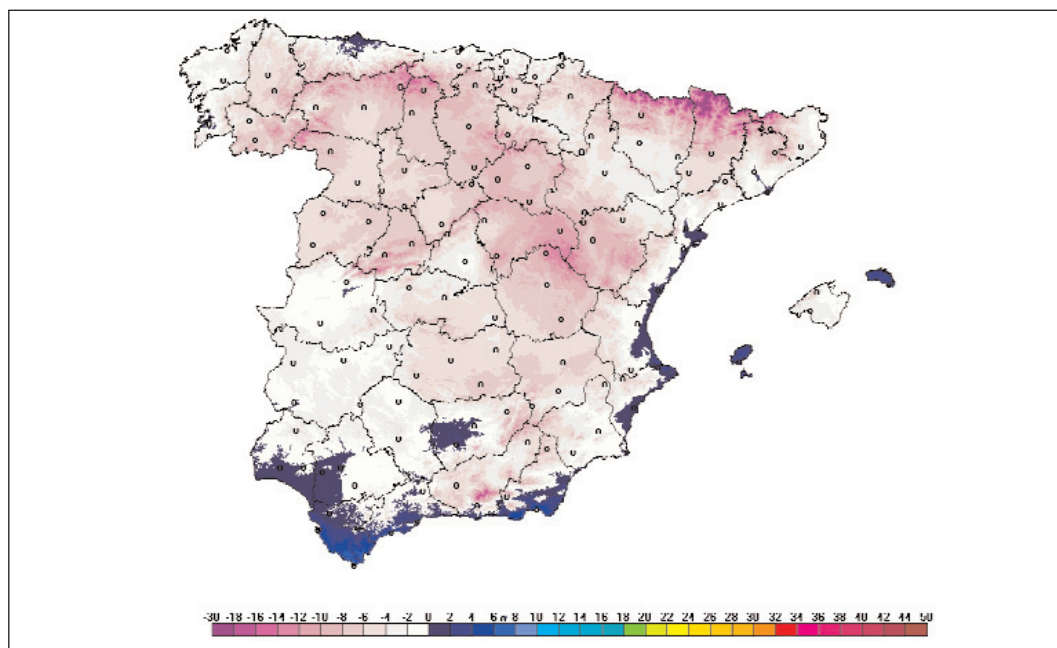


Figura 17. *Percentil del 5 % de las temperaturas mínimas de los meses de enero y febrero (periodo 1971-2000) y ubicación de las estaciones empleadas.*

10. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Al igual que en las «olas de calor», los tres factores que determinan la intensidad de una «ola de frío» son: las temperaturas registradas, la duración y el territorio afectado. Los procedimientos para cuantificar estos tres aspectos son totalmente análogos a los empleados al hablar de las «olas de calor» y se describen a continuación:

Para estimar el territorio afectado durante una «ola de frío», se ha determinado el día que más provincias la registraron, asignando a la ola dicho máximo. Se considera que un día determinado una provincia está viviendo una «ola de frío» cuando al menos uno de los observatorios estudiados está dentro de un *episodio frío*, es decir, no es suficiente con que la mínima registrada no alcance la *temperatura umbral* de manera puntual.

Para determinar la magnitud de las temperaturas, en primer lugar se determinan las estaciones con algún día de *episodio frío* durante la «ola de frío», quedándonos con la media de las temperaturas mínimas de estas estaciones para el día más frío como dato representativo; a esta temperatura la denominaremos como *temperatura mínima de la ola*. Además, se ha calculado para cada estación la *anomalía* para el día más frío registrado durante la ola, con respecto a su *temperatura umbral*, asignando como valor representativo para la ola la media de dichas *anomalías*; a este valor lo denominaremos como *anomalía de la ola*.

Así pues, los cuatro valores elegidos para caracterizar una «ola de frío» son:

- Su duración
- El número de provincias afectadas
- La *temperatura mínima de la ola*
- La *anomalía de la ola*

Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

'Olas de frío' desde 1975						
Invierno	Inicio	Fin	Duración	Anomalía de la ola	T.Mínima de la ola	Provincias afectadas
2011-2012	02/02/2012	05/02/2012	4	-2,9	-4,9	31
2011-2012	08/02/2012	15/02/2012	8	-3,3	-5,5	39
2011-2012	21/02/2012	23/02/2012	3	-1,9	-7,0	17
2010-2011	22/01/2011	26/01/2011	5	-2,8	-6,3	23
2009-2010	18/12/2009	21/12/2009	4	-4,4	-9,0	19
2009-2010	09/01/2010	11/01/2010	3	-3,1	-6,0	24
2009-2010	11/02/2010	14/02/2010	4	-2,1	-5,1	20
2008-2009	07/01/2009	12/01/2009	6	-3,5	-4,4	22
2007-2008	16/11/2007	18/11/2007	3	-3,5	-8,8	16
2007-2008	13/12/2007	18/12/2007	6	-2,5	-6,1	21
2006-2007	26/01/2007	29/01/2007	4	-3,0	-6,2	22
2005-2006	20/12/2005	26/12/2005	7	-2,3	-6,5	25
2005-2006	28/01/2006	30/01/2006	3	-3,2	-7,1	19
2004-2005	08/01/2005	11/01/2005	4	-1,6	-5,3	18
2004-2005	26/01/2005	02/02/2005	8	-5,1	-7,0	31
2004-2005	17/02/2005	19/02/2005	3	-2,1	-5,2	20
2002-2003	11/01/2003	16/01/2003	6	-2,2	-5,3	36
2002-2003	16/02/2003	18/02/2003	3	-2,4	-6,3	16
2001-2002	13/12/2001	29/12/2001	17	-5,0	-8,4	32
1998-1999	04/12/1998	08/12/1998	5	-1,3	-3,6	11
1998-1999	01/02/1999	03/02/1999	3	-2,5	-5,7	12
1998-1999	13/02/1999	15/02/1999	3	-2,4	-6,1	15
1995-1996	21/02/1996	23/02/1996	3	-2,1	-3,3	17
1994-1995	24/12/1994	28/12/1994	5	-2,2	-3,8	26
1993-1994	18/01/1994	23/01/1994	6	-1,7	-4,6	21
1992-1993	02/01/1993	05/01/1993	4	-1,3	-3,8	15
1992-1993	24/02/1993	26/02/1993	3	-3,1	-7,2	11
1991-1992	19/01/1992	25/01/1992	7	-2,4	-4,1	16
1990-1991	21/12/1990	23/12/1990	3	-1,9	-5,1	19
1990-1991	14/01/1991	16/01/1991	3	-2,0	-4,5	14
1990-1991	13/02/1991	15/02/1991	3	-2,3	-5,9	17
1988-1989	22/11/1988	25/11/1988	4	-3,1	-7,2	19
1988-1989	30/12/1988	04/01/1989	6	-2,2	-6,3	28
1986-1987	14/01/1987	21/01/1987	8	-2,7	-4,3	28
1986-1987	19/02/1987	22/02/1987	4	-2,4	-5,4	19
1985-1986	09/02/1986	12/02/1986	4	-3,9	-7,5	23
1984-1985	29/12/1984	31/12/1984	3	-1,8	-3,4	11
1984-1985	04/01/1985	17/01/1985	14	-5,5	-7,2	45
1983-1984	15/02/1984	17/02/1984	3	-0,9	-5,2	18
1982-1983	20/01/1983	23/01/1983	4	-2,0	-5,8	21
1982-1983	08/02/1983	18/02/1983	11	-4,8	-6,6	44
1980-1981	30/11/1980	13/12/1980	14	-3,0	-4,8	26
1980-1981	29/12/1980	04/01/1981	7	-2,1	-5,2	25
1980-1981	10/01/1981	15/01/1981	6	-2,6	-3,4	18
1980-1981	31/01/1981	03/02/1981	4	-2,2	-5,6	24
1979-1980	20/12/1979	23/12/1979	4	-3,1	-5,7	13
1979-1980	14/01/1980	16/01/1980	3	-2,1	-5,1	13
1978-1979	20/12/1978	22/12/1978	3	-2,5	-7,3	13
1977-1978	13/01/1978	15/01/1978	3	-2,6	-2,8	12
1977-1978	12/02/1978	14/02/1978	3	-2,8	-5,8	26
1975-1976	21/12/1975	25/12/1975	5	-2,2	-6,5	24
1975-1976	28/12/1975	04/01/1976	8	-2,1	-6,1	14
1975-1976	16/01/1976	20/01/1976	5	-1,4	-5,1	13
1975-1976	25/01/1976	28/01/1976	4	-3,1	-5,4	25

Cuadro 3

En el cuadro anterior podemos ver como algunas «olas de frío» afectan a un gran número de provincias, mientras que, por el contrario, otras solo lo hacen a un pequeño número. Estas últimas pueden pasar fácilmente desapercibidas en buena parte del territorio. También podemos observar como son varios los 'inviernos' que presentan varias «olas de frío».

Se muestran a continuación una serie de gráficos comparativos entre las diferentes «olas de frío».

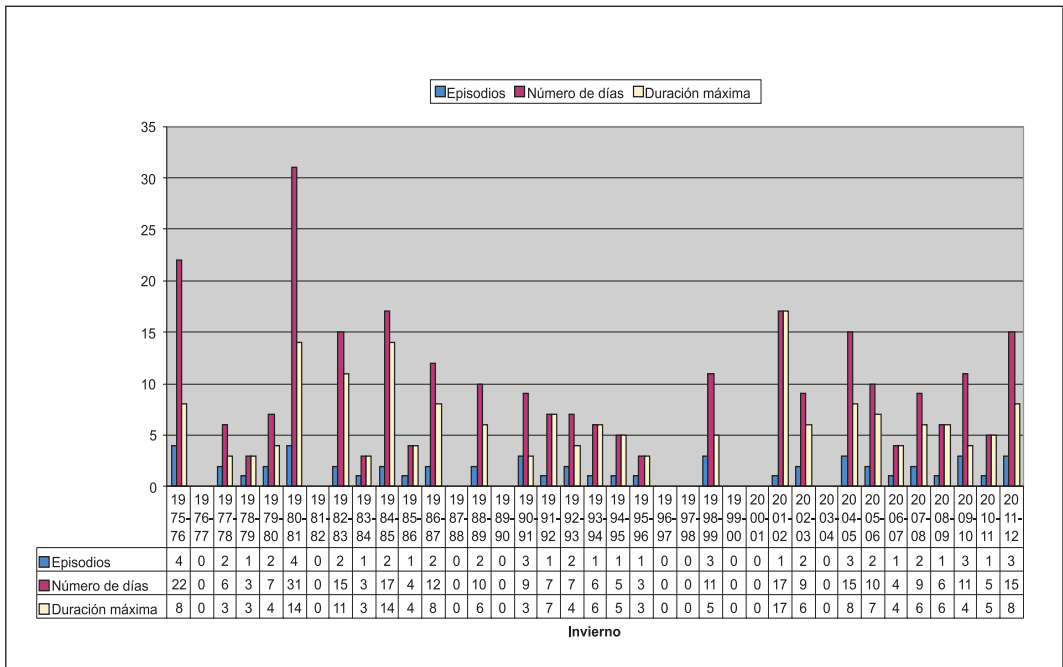


Figura 18. Episodios de ola de frío, número de días con ola de frío durante el invierno y duración de la ola de frío más larga de cada invierno.

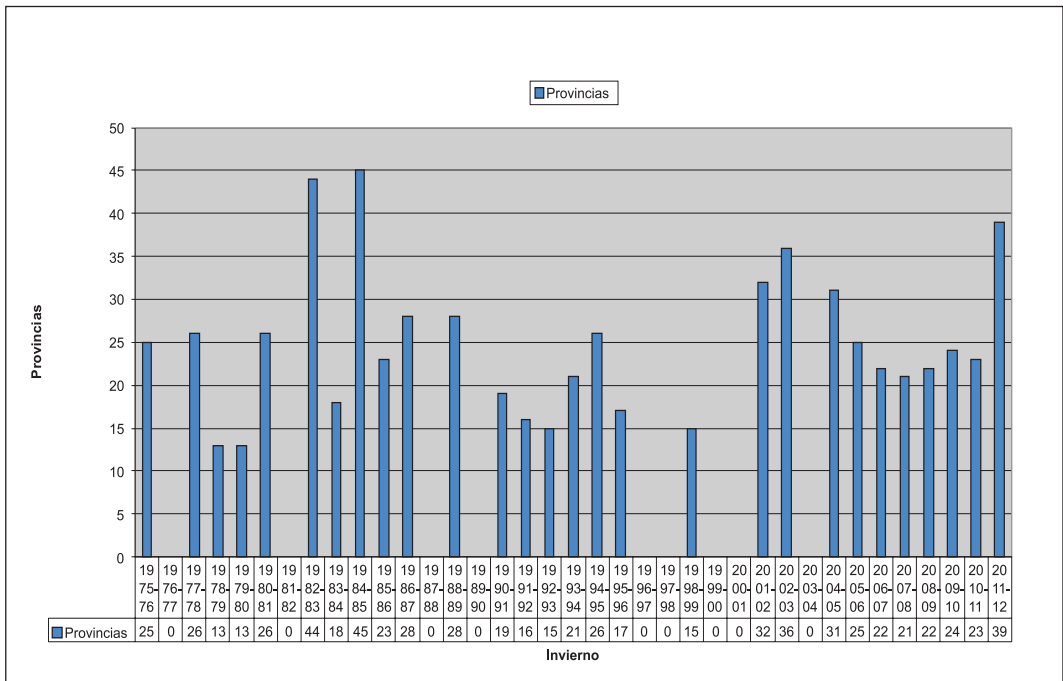


Figura 19. Número máximo de provincias afectadas en días con ola de frío.

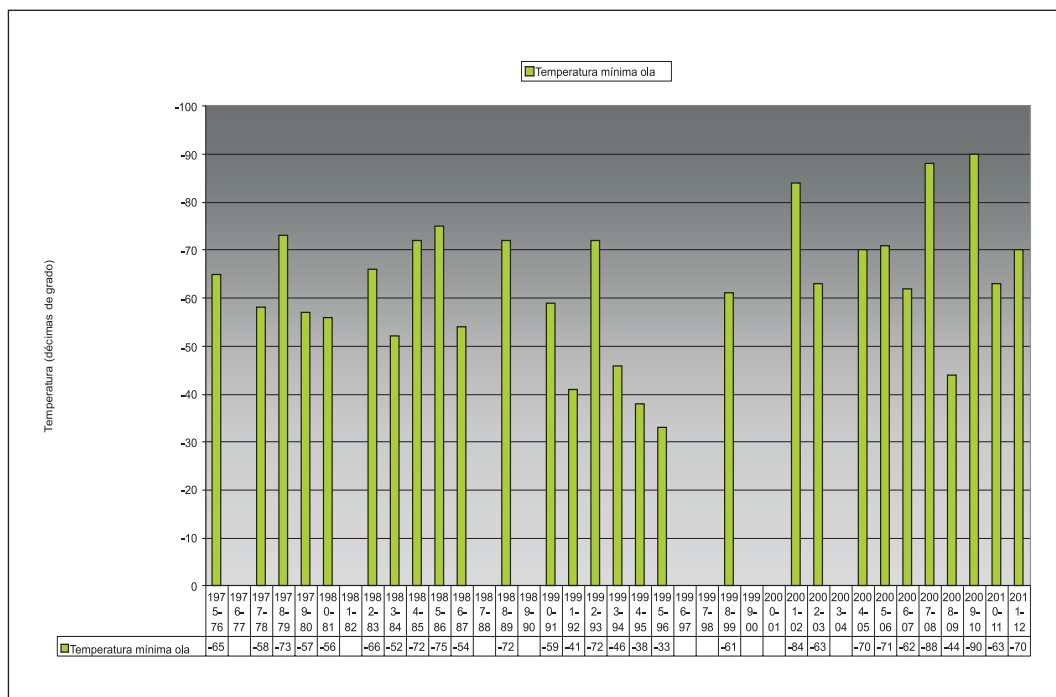


Figura 20. Temperatura mínima de la ola más baja.

El gráfico de la Figura 18 representa para cada 'invierno' el número de episodios de «ola de frío», los días que totalizan, y la duración de la «ola de frío» más larga. Destaca el 'invierno 1980-1981' que totaliza 31 días con «ola de frío» repartidos en 4 episodios y el 'invierno 1975-1976' con 22 días en 4 episodios. La «ola de frío» más larga, con 17 días de duración, se registra en el 'invierno 2001-2002', concretamente entre los días 13 y 29 de diciembre; las siguientes en duración, con 14 días, se producen durante los inviernos 1980-1981 y 1984-1985.

El gráfico de la Figura 19 muestra el número máximo de provincias afectadas en días con «ola de frío», destacando especialmente los inviernos 1984-1985, con 45 provincias afectadas los días 14 y 15 de enero, y el 1982-1983, con 44 provincias el 13 de febrero. La tercera ola en este sentido la sufrimos el invierno pasado y alcanzó a 39 provincias el 12 de febrero de 2012.

El gráfico de la Figura 20 representa la *temperatura mínima de la ola* más baja para cada invierno, desde 1975. El valor más bajo, con $-9,0^{\circ}\text{C}$, corresponde al invierno 2008-2009, concretamente al día 20 de diciembre; en segundo lugar figura el invierno 2007-2008, con un valor de $-8,8^{\circ}\text{C}$ el 17 de noviembre.

11. LAS «OLAS DE FRÍO» MÁS DESTACABLES

En el análisis del gráfico de la Figura 18 se mencionaron las olas más importantes por su duración, en el de la Figura 19 por la extensión del territorio afectado y en el de la Figura 20 por las temperaturas registradas.

Teniendo en cuenta los tres factores, citaremos como las tres más importantes, por orden cronológico, las siguientes: en primer lugar la registrada entre los días 8 y 18 de febrero de 1983, que afectó a 44 provincias, con una *temperatura mínima de la ola* de $-6,6^{\circ}\text{C}$ y una *anomalía de la ola* de $-4,8^{\circ}\text{C}$; la segunda sería la producida entre los días 4 y 17 de enero de 1985, con 45 provincias afectadas, una *temperatura mínima de la ola* de $-7,2^{\circ}\text{C}$ y una *anomalía de la ola* de $-5,5^{\circ}\text{C}$; la tercera, entre los días 13 y 29 de diciembre de 2001, afecta a 32 provincias, con una *temperatura mínima de la ola* de $-8,4^{\circ}\text{C}$ y una *anomalía de la ola* de $-5,0^{\circ}\text{C}$. Los mapas de las Figuras 21, 22 y 23 representan las temperaturas mínimas del día más frío de cada una de las olas reseñadas.

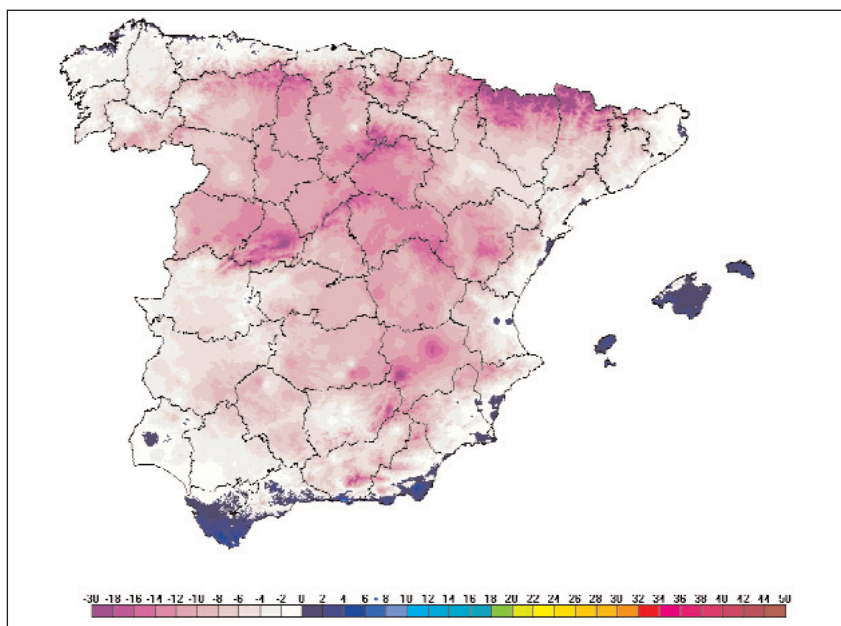


Figura 21. *Temperaturas mínimas del día 13 de febrero de 1983.*

En el mapa de la Figura 21, correspondiente a las temperaturas mínimas alcanzadas el 13 de febrero de 1983, puede observarse como prácticamente la totalidad del territorio alcanza mínimas por debajo de los 0 °C, con buena parte de la meseta norte por debajo de los -10 °C. Entre las temperaturas mínimas registradas en observatorios principales de AEMET durante esos días, destacan -20,0 °C en el Observatorio de Albacete 'Los Llanos', -19,0 °C en el Observatorio provincial de Albacete, -16,0 °C en Calamocha, -15,4 °C en Navacerrada, Molina de Aragón y Foronda, -13,3 °C en Montseny o -13,2 °C en Lugo, siendo muy pocas las estaciones con mínimas positivas.

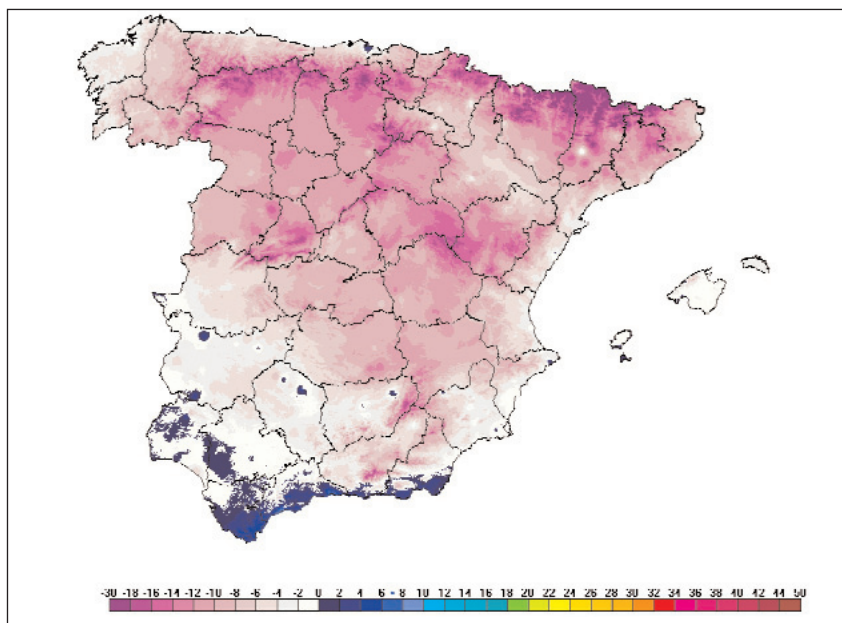


Figura 22. *Temperaturas mínimas del día 9 de enero de 1985*

El mapa de la Figura 22 corresponde a las temperaturas mínimas del día 9 de enero de 1985; al igual que en el caso anterior, casi todo el territorio queda por debajo de los 0 °C y en buena parte por debajo de los -10,0 °C. Entre las temperaturas mínimas más bajas registradas en observatorios principales durante esos días, destacan -20,0 °C en Calamocha, -18,8 °C en La Molina, -18,2 °C en Molina de Aragón, -17,8 °C en Foronda, -16,8 °C en Daroca, -16,2 °C en Montseny y Pamplona 'Noain', o -16 °C en Ávila, siendo muy pocas las estaciones que no registran mínimas negativas durante la ola.

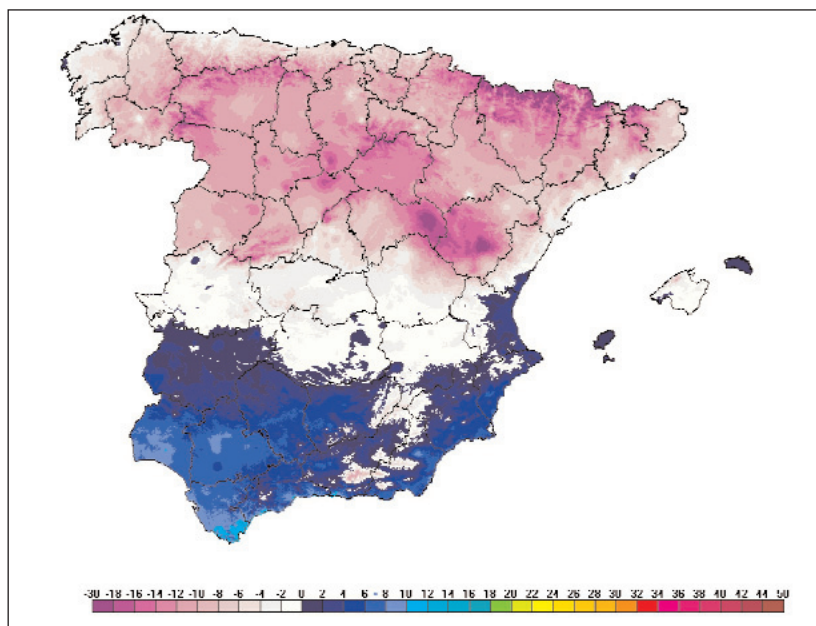


Figura 23. Temperaturas mínimas del día 25 de diciembre de 2001.

El mapa de la Figura 23 muestra las temperaturas mínimas correspondientes al 25 de diciembre de 2001. Como puede apreciarse en el mismo, aunque en el Centro y Norte las temperaturas son también muy bajas, el Sur peninsular no registra temperaturas tan bajas como en las dos olas precedentes. Entre los valores mínimos alcanzados en observatorios principales durante la presente ola destacan: -24,0 °C en Molina de Aragón, -20,0 °C en Calamocha, -19,0 °C en Teruel, -17,5 °C en el Puerto de Navacerrada, -13,4 °C en Burgos 'Villafría', -13,3 °C en Daroca, -12,8 °C en Soria, -12,5 °C en Palencia, -12,1 °C en Ávila o -12,0 °C en Salamanca 'Matacán', pero a diferencia de las dos olas anteriores son más numerosas las estaciones con mínimas por encima de los 0 °C.

12. LAS «OLAS DE FRÍO» DEL INVIERNO 2011-2012

El gráfico de la Figura 18 nos permite comprobar como a lo largo del invierno 2011-2012, se registraron quince días con «ola de frío» repartidos en tres episodios, valor superado solo en cuatro de los inviernos estudiados e igualado en otros dos. Se da, además, la circunstancia de que las tres olas se produjeron en el mes de febrero, que podemos calificar, por tanto, de muy riguroso.

La primera «ola de frío», con una duración de cuatro días, se registra entre el 2 y el 5 de febrero. El día más frío resulta ser el 4 de febrero, con 31 provincias afectadas y una *temperatura mínima de la ola* de -4,9 °C. El mapa de la Figura 24 muestra las temperaturas mínimas de dicho día, y podemos ver como prácticamente en todo el territorio las temperaturas quedan por debajo de los 0 °C.

Entre los observatorios de la red principal de AEMET que registran efemérides durante estos días, destacan las mínimas de Jaén (-3,2 °C), Rota (-2,3 °C), Huelva 'Ronda Este' (-2,2 °C) o Palma 'Puerto' (-0,1 °C). Otras temperaturas mínimas reseñables, aunque no fueron efemérides en sus series respectivas fueron: -14,4 °C en Navacerrada 'Puerto', -8,9 °C en Valladolid 'Villanubla', -8,6 °C en Salamanca 'Matacán', -8,4 °C en Segovia, -8,2 °C en Molina de Aragón, -8,1 °C en Ávila, o -8,0 °C en Ponferrada y León 'Virgen del Camino'.

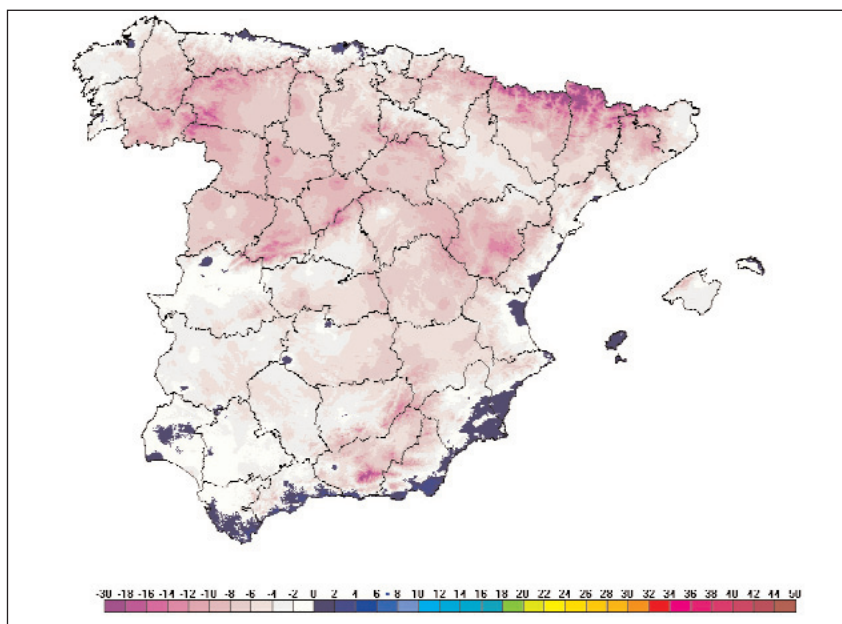


Figura 24. Temperaturas mínimas del día 4 de febrero de 2012.

La segunda «ola de frío» invernal, con 8 días de duración, es la más intensa de las vividas este invierno. Comienza el 8 de febrero y se extiende hasta el 15, afectando a 39 provincias; *la anomalía de la ola* es de $-3,3$ °C. El mapa de la Figura 25 muestra las temperaturas mínimas del día 12 de febrero, que resultó ser el más frío, con una *temperatura mínima de la ola* de $-5,5$ °C. Podemos ver como nuevamente las heladas son generalizadas, siendo muy pocas las zonas donde no se producen.

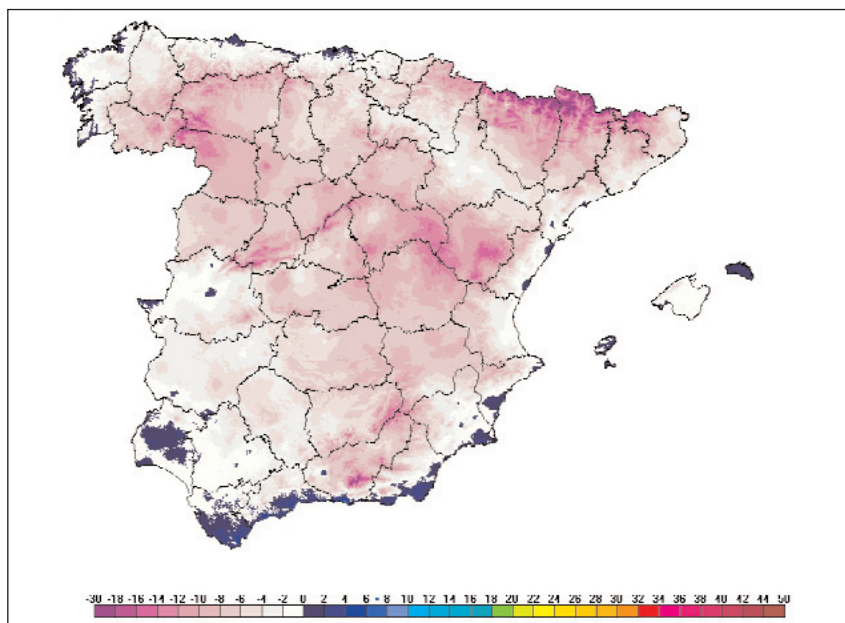


Figura 25. Temperaturas mínimas del día 12 de febrero de 2012.

Entre las temperaturas mínimas alcanzadas estos días en los observatorios principales de AEMET, los valores más bajos corresponden a Navacerrada 'Puerto' con $-13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Molina de Aragón con $-13,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, Guadalajara 'El Serranillo' con $-12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, Teruel con $-10,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Albacete 'Los Llanos' con $-10,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, Calamocha con $-10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ o Burgos 'Villafraja' y Granada 'Aeropuerto' con $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Entre los Observatorios principales que registran efemérides durante esta ola, están Granada 'Aeropuerto' con los $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ya mencionados, Lleida con $-7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, Jaén con $-3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, Valencia 'Aeropuerto' con $-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y Rota con $-1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La tercera y última «ola de frío» del invierno 2011-2012 se registra entre los días 21 y 23 de febrero, afectando a 17 provincias. La *anomalía de la ola* es de $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo el 22 de febrero, con una *temperatura mínima de la ola* de $-7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ el más frío. El mapa de la Figura 26 corresponde a las temperaturas mínimas del 22 de febrero y podemos observar en él como las heladas no son tan generalizadas como en las dos «olas de frío» precedentes.

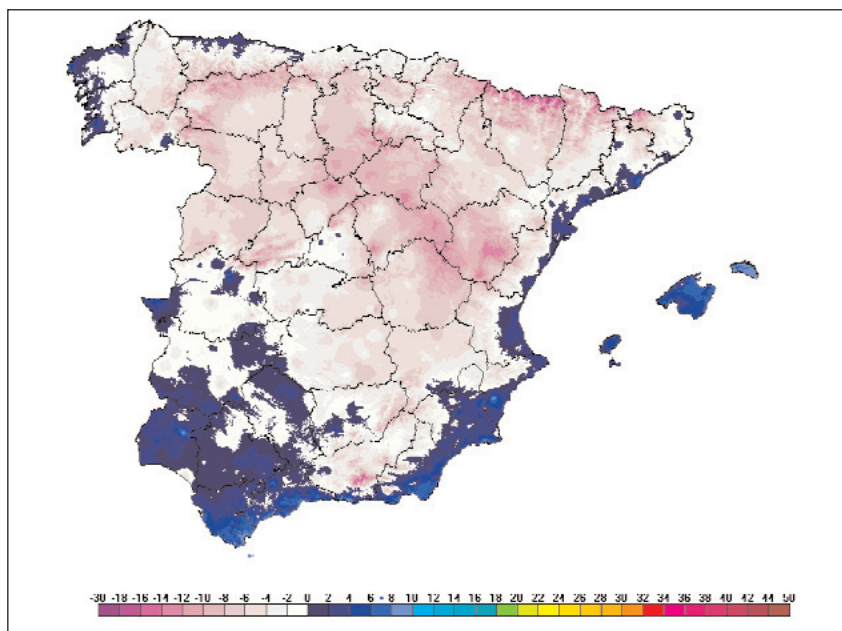


Figura 26. Temperaturas mínimas del día 22 de febrero de 2012.

Entre las temperaturas mínimas registradas en observatorios principales durante esos días, los valores más bajos corresponden a: Molina de Aragón con $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, Calamocha con $-10,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, Teruel con $-9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, Guadalajara 'El Serranillo' con $-9,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, Daroca con $-8,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Salamanca 'Matacán' con $-8,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, Soria con $-8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, Vitoria 'Foronda' con $-8,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ o Valladolid 'Villanueva' con $-8,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Durante esta última «ola de frío» no se registran efemérides de temperatura mínima en los observatorios principales de AEMET.